

FILM CARRIER SIGNAL TRANSMISSION LINE**Patent number:** JP6232217**Publication date:** 1994-08-19**Inventor:** MATSUBAYASHI HIROTO (JP); NAKAJIMA YASU HARU (JP); NOTANI YOSHIHIRO (JP)**Applicant:** MITSUBISHI ELECTRIC CORP (JP)**Classification:****- International:** H01B7/08; H01P3/08; H05K1/02; H05K1/00; H05K3/46; H01B7/08; H01P3/08; H05K1/02; H05K1/00; H05K3/46; (IPC1-7): H01L21/60; H01L23/12**- european:** H01B7/08M; H01P3/08; H05K1/02C2B2**Application number:** JP19930017186 19930204**Priority number(s):** JP19930017186 19930204**Also published as:**

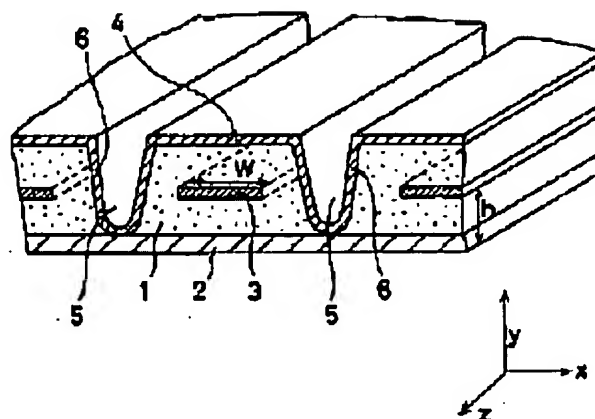
US5426399 (A1)

GB2274946 (A)

DE4402082 (A1)

[Report a data error here](#)**Abstract of JP6232217**

PURPOSE: To realize a transmission line which leads to a low loss by preventing mutual interference and reflection between signal lines, in a film carrier transmission line that connects signal input and output sections of devices or circuits. **CONSTITUTION:** A ground plane 2 of a signal transmission line is formed on the bottom surface of a polyimide film 1. A signal line 3 having a predetermined width 'w' is formed at a predetermined height 'h' above the ground plane 2. A copper foil film 4 is formed over the surface of the signal line via polyimide. An isolation trench 5 is also formed, and the copper foil film 4 and the ground plane 2 are connected with each other by a copper foil film 6 formed on the isolation trench 5. Thereby, adjacent signal lines are electrically shielded from each other by the copper foil film formed over the isolation trench, and hence crosstalk is prevented.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY

| | | | | |
|-------------------------|---------|---------|----------------|--------|
| (51)IntCl. ⁵ | 識別記号 | 庁内整理番号 | F I | 技術表示箇所 |
| H 0 1 L 21/60 | 3 1 1 W | 6918-4M | | |
| 23/12 | | 9355-4M | H 0 1 L 23/ 12 | Q |

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平5-17186

(22)出願日 平成5年(1993)2月4日

(71)出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72)発明者 松林 弘人

兵庫県伊丹市瑞原4丁目1番地 三菱電機
株式会社光・マイクロデバイス研究所内

(72)発明者 中島 康晴

兵庫県伊丹市瑞原4丁目1番地 三菱電機
株式会社光・マイクロデバイス研究所内

(72)発明者 野谷 佳弘

兵庫県伊丹市瑞原4丁目1番地 三菱電機
株式会社光・マイクロデバイス研究所内

(74)代理人 弁理士 早瀬 憲一

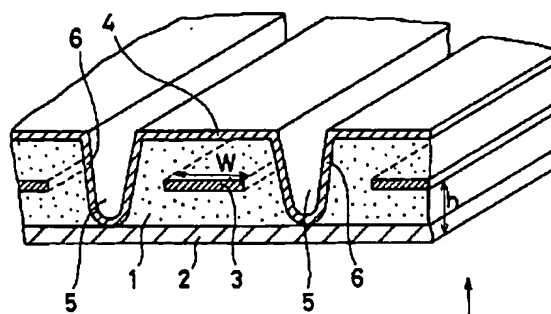
(54)【発明の名称】 フィルムキャリア信号伝送線路

(57)【要約】

【目的】 装置または回路間の信号入出力部を接続するフィルムキャリア伝送線路において、信号線路間の相互干渉、反射を防止して低損失な伝送線路を実現する。

【構成】 ポリイミドフィルム1の底面に信号伝送線路のグラウンドプレーン2を設け、グラウンドプレーン2より所定の高さh上に所定の幅Wを有する信号線3を設け、その表面上にポリイミドを介して銅箔膜4を形成し、さらに分離溝5を設け、上記銅箔膜4とグラウンドプレーン2とを上記分離溝5に形成された銅箔膜6によって接続する。

【効果】 隣接する信号線路間が分離溝内に形成された銅箔膜によって電氣的にシールドされてクロストークが防止される。



- 1: ポリイミドフィルム
- 2: 銅箔膜(グラウンドプレーン、接地面)
- 3: 銅箔膜(信号線)
- 4: 銅箔膜(接地面)
- 5: 分離溝
- 6: 分離溝内に形成した銅箔膜

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 誘電体フィルムキャリアを母材とし、これに超高周波数信号を送送する複数の信号線と、該信号線に対する接地線もしくは接地面とを形成してなるフィルムキャリア信号伝送路において、

上記誘電体フィルムキャリアに、所定間隔あけて埋設された複数の信号線と、

上記フィルムキャリア裏面に形成された第1の接地導体膜と、

隣接する上記信号線間のフィルムキャリア領域に、前記信号線に沿って形成された分離溝と、

上記フィルムキャリア表面及び分離溝内に形成され、該分離溝を介して上記第1の接地導体膜と電氣的に接続された第2の接地導体膜とを備えたことを特徴とするフィルムキャリア信号伝送線路。

【請求項2】 誘電体フィルムキャリアを母材とし、これに超高周波数信号を送送する複数の信号線と、該信号線に対する接地線もしくは接地面とを形成してなるフィルムキャリア信号伝送路において、

上記誘電体フィルムキャリアに、所定間隔あけて埋設された複数の信号線と、

上記フィルムキャリア裏面に形成された第1の接地導体膜と、

隣接する上記信号線間のフィルムキャリア領域に、前記信号線に沿って形成された分離溝と、

該分離溝内に形成され、該分離溝を介して上記第1の接地導体膜と電氣的に接続された第2の接地導体膜とを備えたことを特徴とするフィルムキャリア信号伝送線路。

【請求項3】 請求項1記載のフィルムキャリア信号伝送線路において、

上記信号線はその終端部において上記フィルムキャリアより延出しており、

該延出した信号線の両側には、上記第1及び第2の接地導体膜と接続し、その先端部分が互いに接合されるときにも、その間に上記誘電体フィルムキャリアが充填された接地導体延出部を有することを特徴とするフィルムキャリア信号伝送線路。

【請求項4】 請求項3記載のフィルムキャリア信号伝送線路において、

上記信号線上方の第2の接地導体膜に、所定の幅及び奥行きをもったスリットを形成したことを特徴とするフィルムキャリア信号伝送線路。

【請求項5】 請求項1または2記載のフィルムキャリア信号伝送線路において、

上記誘電体フィルムキャリアとして発泡性材料が用いられていることを特徴とするフィルムキャリア信号伝送線路。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、超高周波、超高速で

2

動作する半導体集積回路との実装、または複数の半導体集積回路間の接続に用いるフィルムキャリア信号伝送線路の構造に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 図8は従来のフィルムキャリア信号伝送線路の一例を示す斜視図である。1はポリイミドなどの誘電体フィルム、2は誘電体フィルム1の一方の面に形成された接地面（以下、グランドプレーン）となる銅箔膜などの第1の金属膜、3はフィルム1の反対の面に銅箔膜などを用いて形成され、所定の幅を有する信号線となる第2の金属膜である。

【0003】 次に動作について説明する。図8のような構造のフィルムキャリア信号線伝送線路は、例えば同一パッケージ内の回路間の接続等に用いられ、銅箔膜2は接地面として作用し、銅箔膜3はそれぞれ信号線として作用し、電気信号（以下、RF信号）の電磁界は銅箔膜2および銅箔膜3から構成される所定の線路インピーダンスを有する伝送線路をZ方向もしくは-Z方向に伝搬される。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 従来のマイクロストリップ構造のフィルムキャリア信号伝送線路は以上のように構成されているので、図9に示すように、集積化が進み各信号線が近接して形成される場合、信号線路間の相互干渉（以下、クロストーク）を防止することが困難であり、RF信号の伝送損失が大きいという問題点があった。

【0005】 また、ギガヘルツ帯やミリ波帯で用いられる半導体集積回路との実装、または複数の半導体集積回路間の接続部において、伝送線路と回路との接続部におけるインピーダンスの不整合により生じるRF信号の反射によって伝送損失が増大するという問題点があった。

【0006】 ところで、上述したフィルムキャリア伝送線路の関連技術として、例えば特開平3-14486号公報、特開平1-207937号公報に示されるように、信号線路における高周波信号の反射の低減、及び入出力インピーダンスの安定化を図るために、絶縁性フィルムに信号線を埋設し、絶縁性フィルムの両面にグランドプレーンを設け、両グランドプレーン間をバイアホールによって接続するようにしたものがあるが、隣接する信号間に位置するバイアホールは信号線間に部分的に配置されているため、クロストーク低減には何ら寄与するものではなく、上記従来技術と同様、伝送損失が大きいという問題点がある。

【0007】 この発明は上記のような問題点を解消するためになされたもので、ポリイミドなどのフィルムキャリア上に複数の信号線路を近接して配置しても信号線路間のクロストークが少ないフィルムキャリア信号伝送線路を得ることを目的としており、さらにはRF信号伝送時において、インピーダンスの不整合に起因してRF信

3

号が反射し、入力信号の伝送損失が増大するのを低減できるフィルムキャリア信号伝送線路を得ることを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】この発明に係るフィルムキャリア信号伝送線路は、誘電体フィルム中に所定間隔あけて埋設された複数の信号線と、上記誘電体フィルム

の一方の面に形成された第1の接地導体膜と、上記隣接する信号線間のフィルムキャリア領域に、上記信号線に沿って形成された分離溝と、上記誘電体フィルムキャリア表面及び分離溝内、あるいは分離溝内のみに形成され、該分離溝を介して上記第1の接地導体膜と電気的に接続された第2の接地導体膜とを備えたものである。

【0009】また、フィルムキャリア信号伝送線路の終端部において、上記誘電体フィルムキャリアより延出した信号線の両側に、上記第1及び第2の接地導体膜と接続し、その先端部分が互いに接合されるとともに、その間に上記誘電体フィルムキャリアが充填された接地導体延出部を設けたものである。

【0010】また、上記接地導体延出部を有するフィルムキャリア信号伝送線路の終端部において、上記信号線上方の上記第2の接地導体膜に所定の幅及び奥行きを有するスリットを設けたものである。

【0011】また上記誘電体フィルムキャリアを発泡性材料を用いて構成したものである。

【0012】

【作用】この発明においては、誘電体フィルム中に所定間隔あけて複数の信号線を埋設し、上記誘電体フィルム

の一方の面に第1の接地導体膜を形成し、上記隣接する信号線間のフィルムキャリア領域に、上記信号線に沿って分離溝を設け、さらに上記誘電体フィルムキャリア表面及び分離溝内、あるいは分離溝内のみに、該分離溝を介して上記第1の接地導体膜と電気的に接続された第2の接地導体膜を形成するようにしたから、隣接する信号線間が電気的にシールドされ、信号線間のクロストークの低減を図ることができる。

【0013】また、フィルムキャリア信号伝送線路の終端部において、上記誘電体フィルムキャリアより延出した信号線の両側に、上記第1及び第2の接地導体膜と接続し、その先端部分が互いに接合されるとともに、その間に上記誘電体フィルムキャリアが充填された接地導体延出部を設けたので、コプレーナ型の信号線路としてフィルムキャリア信号伝送線路と回路とを接続することができ、該接続部でのインピーダンスの不整合が低減される。

【0014】また、上記接地導体延出部を有するフィルムキャリア信号伝送線路の終端部において、上記信号線上方の上記第2の接地導体膜に所定の幅及び奥行きを有するスリットを設けたので、伝送線路終端部でのインピーダンスが緩やかに変化するようになる。

4

【0015】また、上記誘電体フィルムキャリアを発泡性材料を用いて構成することで、伝送線路を構成する誘電体の誘電率を向上させることができる。

【0016】

【実施例】実施例1. 以下、この発明の第1の実施例によるフィルムキャリア信号伝送線路を図について説明する。図1において、1はポリイミドフィルム、2は第1層の銅箔膜で形成されたグランドプレーンタイプの接地面、3は信号線となる第2層の銅箔膜であり、所定のインピーダンスが得られるようにグランドプレーン2より所定の高さhに所定の幅Wを有するように形成されている。またこの第2層の銅箔膜3の上に積層したポリイミドフィルム表面には第3層の銅箔膜4が形成され、この銅箔膜4は、ポリイミドフィルム1に形成された分離溝5内の銅箔膜6によって上記グランドプレーンタイプの接地面2と接続されている。また、銅箔膜4の幅は銅箔膜6が信号線3と短絡しないように設定する必要がある。

【0017】次に、本実施例のフィルムキャリア信号伝送線路の作用効果について説明する。グランドプレーン2、銅箔膜4、6は信号伝送線路（銅箔膜3）の接地面もしくは接地線として作用し、電気信号の電磁界は、銅箔膜2、3、4、6から構成される所定の線路インピーダンスの伝送線路をZ方向もしくは-Z方向に伝搬される。このとき図2に示すように、隣接する銅箔膜3間には分離溝6が形成され、該溝内に銅箔膜6が形成されているため、隣接する銅箔膜3間は銅箔膜6によって電気的にシールドされてクロストークの発生が防止され、これにより低損失な信号伝送線路を実現することができる。

【0018】以上のような構造のフィルムキャリア信号伝送線路を製造する方法としては、例えば、銅箔膜2上に所定厚のポリイミドを形成し、この上に信号線となる銅箔膜材料を全面に形成し、これを写真製版技術等を用いて所定の線幅のものとし、さらにポリイミドを堆積することにより、ポリイミドフィルム1中に信号線3が埋設された構造を得る。そして上記ポリイミドフィルム1表面全面に接地面となる銅箔膜4を形成した後、所定部分をエッチングして除去するとともに銅箔膜2に達する分離溝5を形成し、該分離溝5内に選択的に銅箔膜6を形成することにより図1に示すような構造が得られる。

【0019】このように本実施例では、ポリイミドフィルム1に信号線となる銅箔膜3を埋設し、銅箔膜3間のポリイミドフィルム1に分離溝5を設け、ポリイミドフィルム1両側に形成された接地面となる銅箔膜2、4間を銅箔膜6を用いて接続するようにしたから、銅箔膜3の回りが接地導体で囲まれることとなり、銅箔膜3を近接して配置してもこれら銅箔膜3間でのクロストークは防止され、さらに分離溝5の幅を小さくしてもクロストークを防止できることから、高集積化に有利な信号伝送

5

線路を提供することができる。

【0020】実施例2。次に、本発明の第2の実施例によるフィルムキャリア信号伝送線路について説明する。図3に示すように、この実施例では、銅箔膜2、信号線3によってマイクロストリップ線路を構成し、各信号線3間のポリイミドフィルム1に銅箔膜2に達する分離溝5を形成し、該分離溝5内に銅箔膜6を形成するようにしたものである。

【0021】本実施例におけるフィルムキャリア信号伝送線路においては、グラウンドプレーン2、銅箔膜6が接10 地面もしくは接地線として作用し、銅箔膜3は信号線として作用し、電気信号はこれらの伝送線路をZ方向、もしくは-Z方向に伝搬される。このとき図4に示すように、隣接する銅箔膜3間の分離溝5内にはグラウンドプレーン2と接続し、これと同電位の銅箔膜6が配置されているため、隣接する銅箔膜3間は銅箔膜6によって電氣的にシールドされてクロストークの発生が防止され、これにより低損失な信号伝送線路を実現することができる。また本実施例では信号線3をポリイミドフィルム1の中に埋設しない構成であるため上記第1の実施例に比20 べて容易に作製することができる。

【0022】実施例3。次に、本発明の第3の実施例によるフィルムキャリア信号伝送線路について説明する。図5に示すように、本実施例では図1の構造において、ポリイミド1に変えて発泡性材料9を充填してフィルムキャリア信号伝送線路を構成するようにしたものである。

【0023】本実施例においても、グラウンドプレーン2、銅箔膜4は接地面として作用し、銅箔膜3は信号線として作用し、電気信号はこれらの伝送線路Z方向もしくは-Z方向に伝搬される。30

【0024】以上のような構成とすることで、上記第1の実施例の効果に加え、ポリイミド1に変えて発泡性材料9を用いているため誘電率が小さくなり、RF信号伝送時の損失を抑止することができる。

【0025】実施例4。次に、本発明の第4の実施例によるフィルムキャリア信号伝送線路について説明する。図6に示すように、本実施例では、図1に示す構造のフィルムキャリア信号伝送線路における信号線となる銅箔膜3を伝送線路終端において引き出し、その両側に銅箔膜2及び銅箔膜4と接続する銅箔膜7a、7bを設け、これら銅箔膜7a、7b間にポリイミドフィルムを充填するとともに銅箔膜7a、7bの先端を共に接続してポリイミドテーパ付き銅箔膜7としている。40

【0026】このような構成とすることにより、上記第1の実施例と同様の効果が得られるとともに、信号線3の両側に形成されたグラウンド電位の銅箔膜7によってコプレーナラインが構成されるため、半導体集積回路と実装部の接続部や、複数の半導体集積回路間の接続部においてインピーダンスの不整合が小さくなり、RF信号の50

6

伝送損失を抑止することができる。

【0027】実施例5。次に、本発明の第5の実施例によるフィルムキャリア信号伝送線路について説明する。図7に示すように、本実施例では図6に示す構造のフィルムキャリア信号伝送線路における銅箔膜3上方の銅箔膜4に所定の幅及び奥行きをもったV字型のスリット8を形成したものである。

【0028】以上のようなスリット8を設けることにより、伝送線路終端部での信号線3のインピーダンスを徐々に変化させることができ、半導体集積回路と実装部の接続部や、複数の半導体集積回路間の接続部においてインピーダンスの不整合をさらに小さくすることができ、RF信号の伝送損失をより抑止することができる。

【0029】なお、上記第3の実施例では、ポリイミドに変えて発泡性材料を用いるようにしたが、微小中空球体をポリイミドフィルム中に充填することにより同様の効果を奏することができる。

【0030】また、上記第5の実施例では、V字型のスリットを形成するようにしたが、スリットの形状はV字型に限られるものではなく、伝送線路終端におけるインピーダンスの変化を緩慢にすることができる形状であればよい。

【0031】

【発明の効果】以上のように、この発明に係るフィルムキャリア伝送線路によれば、誘電体フィルム中に所定間隔あけて複数の信号線を埋設し、上記誘電体フィルム的一方の面に第1の接地導体膜を形成し、上記隣接する信号線間のフィルムキャリア領域に、上記信号線に沿って分離溝を設け、さらに上記誘電体フィルムキャリア表面及び分離溝内、あるいは分離溝内のみに、該分離溝を介して上記第1の接地導体膜と電氣的に接続された第2の接地導体膜を形成するようにしたから、隣接する信号線間が電氣的にシールドされ、複数の信号線間のクロストークの低減を図ることができ、低損失な伝送線路を提供できる効果がある。

【0032】また、フィルムキャリア信号伝送線路の終端部において、上記誘電体フィルムキャリアより延出した信号線の両側に、上記第1及び第2の接地導体膜と接続し、その先端部分が互いに接合されるとともに、その間に上記誘電体フィルムキャリアが充填された接地導体延出部を設けたので、コプレーナ型の信号線路を用いてフィルムキャリア信号伝送線路と回路とを接続することができ、該接続部でのインピーダンスの不整合が低減され、接続部での高周波信号の反射が抑制され、より低損失な伝送線路を提供できる効果がある。

【0033】また、上記接地導体延出部を有するフィルムキャリア信号伝送線路の終端部において、上記信号線上方の上記第2の接地導体膜に所定の幅及び奥行きを有するスリットを設けたので、伝送線路終端部でのインピーダンスが緩やかに変化するようになり、接続部での高

7

周波信号の反射をさらに抑制することができる効果がある。

【0034】また、上記誘電体フィルムキャリアを発泡性材料を用いて構成することで、伝送線を構成する誘電体の誘電率を向上させることができ、これにより伝送損失の低減を期待できる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の第1の実施によるフィルムキャリア信号伝送線路を示す斜視図である。

【図2】上記実施例によるフィルムキャリア信号伝送線路の伝送時の電界の分布状態を示す図である。

【図3】この発明の第2の実施例によるフィルムキャリア信号伝送線路を示す斜視図である。

【図4】上記実施例によるフィルムキャリア信号伝送線路の伝送時の電界の分布状態を示す図である。

【図5】この発明の第3の実施例によるフィルムキャリア信号伝送線路を示す斜視図である。

【図6】この発明の第4の実施例によるフィルムキャリ

8

ア信号伝送線路を示す斜視図である。

【図7】この発明の第5の実施例によるフィルムキャリア信号伝送線路を示す斜視図である。

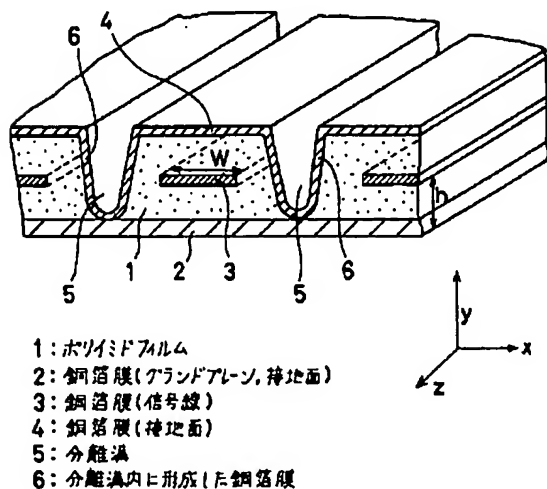
【図8】従来のフィルムキャリア信号伝送線路を示す斜視図である。

【図9】従来のフィルムキャリア信号伝送線路の伝送時の電界の分布状態を示す図である。

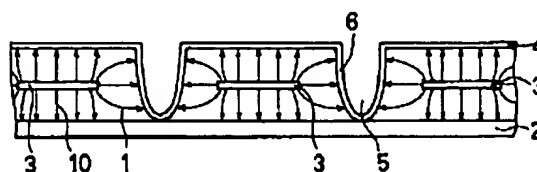
【符号の説明】

- 1 ポリイミドフィルム
- 2 銅箔膜 (グランドプレーン, 接地線)
- 3 銅箔膜 (接地線)
- 4 銅箔膜 (接地面)
- 5 分離溝
- 6 分離溝内に形成した銅箔膜
- 7 ポリイミドテープ付き銅箔膜
- 8 スリット
- 9 発泡性材料

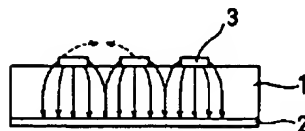
【図1】



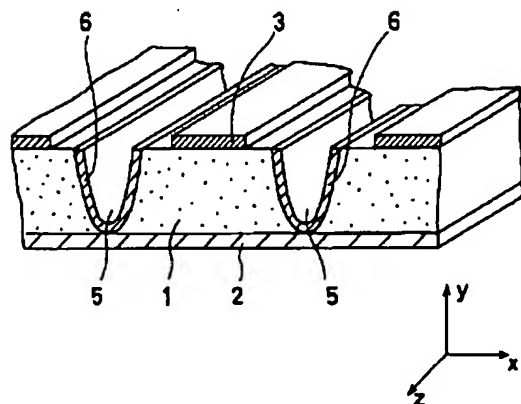
【図2】



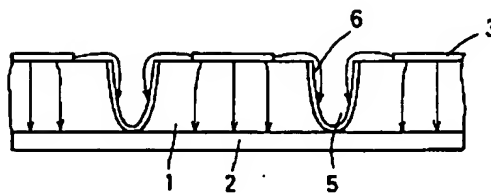
【図9】



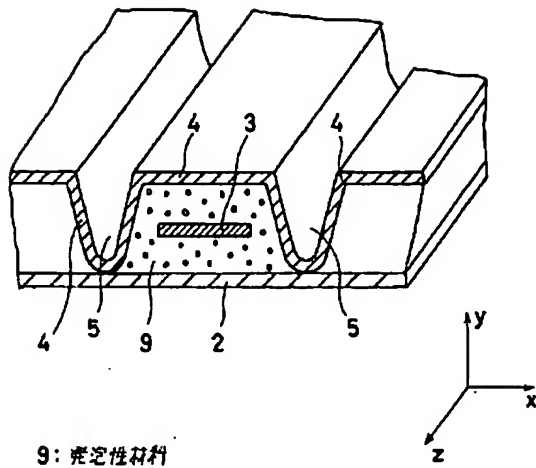
【図3】



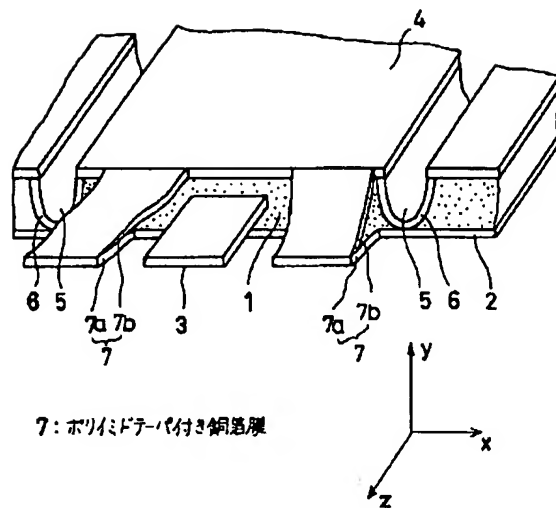
【図4】



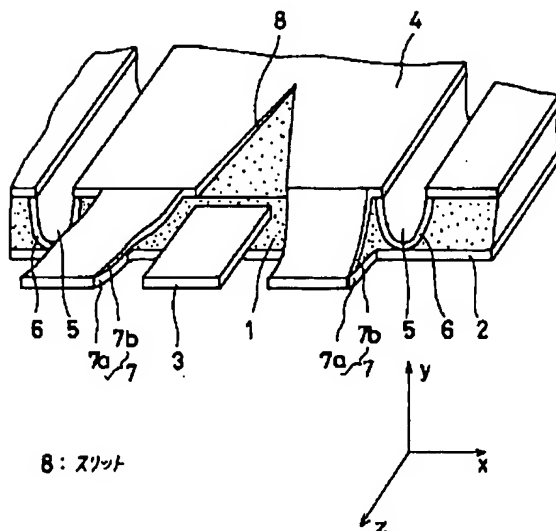
【図5】



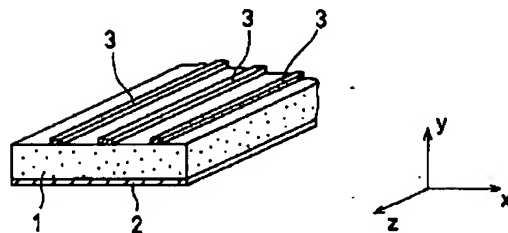
【図6】



【図7】



【図8】



【手続補正書】

【提出日】平成5年10月15日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項1

【補正方法】変更

【補正内容】

【請求項1】 誘電体フィルムキャリアを母材とし、これに超高周波数信号を伝送する複数の信号線と、該信号線に対する接地線もしくは接地面とを形成してなるフィルムキャリア信号伝送線路において、上記誘電体フィルムキャリアに、所定間隔あけて埋設された複数の信号線と、上記フィルムキャリア裏面に形成された第1の接地導体

膜と、

隣接する上記信号線間のフィルムキャリア領域に、上記信号線に沿って形成された分離溝と、

上記フィルムキャリア表面及び分離溝内に形成され、該分離溝を介して上記第1の接地導体膜と電気的に接続された第2の接地導体膜とを備えたことを特徴とするフィルムキャリア信号伝送線路。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項2

【補正方法】変更

【補正内容】

【請求項2】 誘電体フィルムキャリアを母材とし、こ

れに超高周波数信号を伝送する複数の信号線と、該信号線に対する接地線もしくは接地面とを形成してなるフィルムキャリア信号伝送線路において、

上記誘電体フィルムキャリアに、所定間隔あけて表面上に形成された複数の信号線と、

上記フィルムキャリア裏面に形成された第1の接地導体膜と、

隣接する上記信号線間のフィルムキャリア領域に、上記信号線に沿って形成された分離溝と、

該分離溝内に形成され、該分離溝を介して上記第1の接地導体膜と電気的に接続された第2の接地導体膜とを備えたことを特徴とするフィルムキャリア信号伝送線路。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0003

【補正方法】変更

【補正内容】

【0003】次に動作について説明する。図8のような構造のフィルムキャリア信号伝送線路は、例えば同一パッケージ内の回路間の接続等に用いられ、銅箔膜2は接地面として作用し、銅箔膜3はそれぞれ信号線として作用し、電気信号（以下、RF信号）の電磁界は銅箔膜2および銅箔膜3から構成される所定の線路インピーダンスを有する伝送線路をZ方向もしくは-Z方向に伝搬される。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0015

【補正方法】変更

【補正内容】

【0015】また、上記誘電体フィルムキャリアを発泡性材料を用いて構成することで、伝送線路を構成する誘電体の誘電率を低減させることができる。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0029

【補正方法】変更

【補正内容】

【0029】なお、上記第3の実施例では、ポリイミドに変えて発泡性材料を用いるようにしたが、微小中空球体をポリイミドフィルム中に充填することにより同様の効果を奏することができる。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0034

【補正方法】変更

【補正内容】

【0034】また、上記誘電体フィルムキャリアを発泡性材料を用いて構成するようにしたので、伝送線路を構成する誘電体の誘電率を低減させることができ、これにより伝送損失の低減を達成できる効果がある。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】図1

【補正方法】変更

【補正内容】

【図1】この発明の第1の実施例によるフィルムキャリア信号伝送線路を示す斜視図である。

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.